

## 斜め対称パターンの抽出

5 P - 3

緑川茂樹 桂井浩

千葉工業大学工学部情報工学科

### 1 はじめに

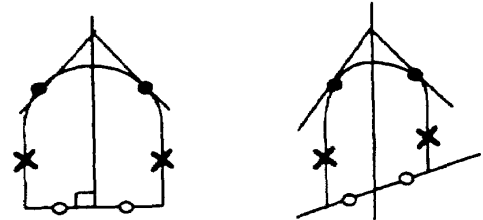
斜め対称パターンは空間中の対称パターンを画像面に投影して得られるものである。これについてはこれまで斜め対称図形の解析 [1] や画像中からの斜め対称図形の抽出 [2-4] などいくつかの研究が行われている。しかし、取り扱いの容易さから、これらの研究では投影として正射影が採用されている。これに対して、本研究では斜め対称パターンがより自然な投影としての中心投影により得られるものとして、画像中に含まれるそのような斜め対称パターンを抽出する1つの方法について述べる。投影として中心投影を用いる場合には、正射影を用いる場合よりも弱い拘束しか利用できないために抽出の精度が低下する可能性がある。この方法は既存のものと同様に Hough 的手法を採用している。また、その効果を検証するための合成画像による実験について述べる。

### 2 斜め対称パターンの特徴

中心投影を用いた斜め対称パターンについて成り立ち、斜め対称パターンを画像中から抽出するのに役立つと思われる性質を次に挙げる。

(1) 3次元空間の対称パターンの横軸群は平行であるが、中心投影によりこれらの横軸群は1点で交わる直線群あるいは平行線群に写される。逆に、1点で交わる直線群あるいは平行な直線群が対称パターンの横軸群の中心投影像である保証はない。

(2) 斜め対称パターンの対称点のエッジに沿う2直線は交わるか平行であるかあるいは1つの直線を共有する。特に、もつときには、その点是对称軸の中心投影像(斜め対称パターンの対称軸)である直線上にある。図は2直線が交わる場合(●)と平行である場合(×)と1直線を共有する場合(○)を示す。(図1参照)



a : 3次元空間の対称パターン b : 斜め対称パターン

図1

### 3 斜め対称パターンの検出

上に述べた性質を利用し、以下の手順により画像中の斜め対称パターンの検出を行う。

#### (1) エッジ画像の作成

与えられた斜め対称パターンの各点におけるエッジを求めてエッジ画像を構成する。以下の処理ではこのエッジ画像におけるエッジ点のみを扱う。

#### (2) 斜め対称パターンのエッジ点候補の選択

画像から斜め対称パターンの対称点対の候補を2つ選択する。対称点対に対応する2点を結ぶ直線2本を求め、これらが交わる場合にはその交点をまた平行である場合には平行線の勾配をヒストグラムにカウントする。各交点あるいは各平行線勾配毎にエッジ点群が得られるから、適当な閾値に対して、交点と勾配のヒストグラムから斜め対称パターンのエッジ点候補の選択を行う。

#### (3) 斜め対称パターンの特定

ステップ(2)で得られたヒストグラムの交点あるいは平行線勾配に対応する斜め対称パターンは一般に複数個ある場合も考えられる。そのためにここでは3次元空間の斜め対称パターンの対称軸の中心投影像を基準にしてその特定操作を行う。各交点あるいは平行線勾配に対応するエッジ点群のそれぞれに対して以下の処理を行う。

2組4つのエッジ点を対称点候補として選び、それぞれのエッジに沿った直線について、次のような場合にはそれぞれに対応した直線を対称軸候補として、パラメータ空間への投票を行う。

(a) 2組のエッジ点に沿った直線がそれぞれ交点を持つ場合

このときはその2つの交点を結ぶ直線に対してパラメータ空間に投票する。

(b) 1組のエッジ点に沿った直線が交点を持ち、もう1組のエッジ点に沿った直線は平行で、しかもその交点を通る直線で、その平行線の間を通るものが存在する場合

このときその直線に対してパラメータ空間のヒストグラムから求められる対称軸候補に対して次の操作を行う。

(c) 各組のエッジ点に沿った直線がともに平行である場合(図2参照)

この2組の平行線の間を通る直線で上記の対称軸候補になっているものが存在する場合には、それに対してパラメータ空間で投票を行う。

(d) 1組のエッジ点を通る直線が交点を持ち、もう1組のエッジ点を通る直線が1直線上にある場合(図3参照)

この交点を通り、1組のエッジ点対の間を通る直線で上記の対称軸候補となっているものが存在する場合には

、それに対してパラメータ空間で投票を行う。

以上の操作の結果得られたパラメータ空間のヒストグラムから適当な閾値を満たす直線を選ぶと、これが画像中に存在する斜め対称パターンの対称軸であり、その場所に斜め対称パターンの存在することが分かる。

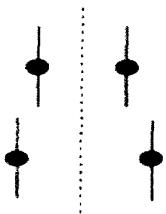


図2

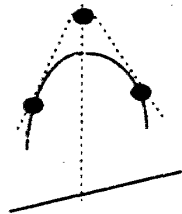


図3

#### 4 実験とその結果

斜め対称パターンを含む画像から上述の方法で斜め対称パターンを抽出する実験を行った。画像は128×128のサイズであり、合成された斜め対称パターンを含む。その1例を図4に示す。また、表は上記の斜め対称パターン抽出方法によって図4の原画像から得られた対称軸に沿う直線を示したものである。更に、図5は原画像に対するエッジ画像と得られた対称軸を共に示したものである。この

ように、上記の方法を用いることで、画像中に含まれる斜め対称パターンをほとんどの場合うまく抽出することができた。ただ、表では実際の対称軸に対して複数の対称軸が見つかっており、しかもそれら実際の対称軸と若干異なっているが、これは原画像の斜め対称パターンのサイズが小さいためであり、大きなパターンに対してはこのような誤差は起こりにくくなる。

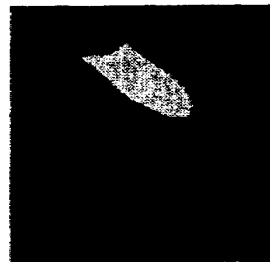


図4：原画像

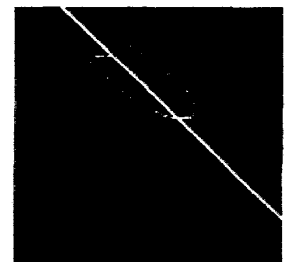


図5：抽出結果

表：対称軸候補のパラメータ空間の算出結果

	$\rho$ (ピクセル)	$\theta$ (°)	カウント
実験値	16	315	1085
	7	315	736
	11	315	727
理論値	14	312	—

#### 5 むすび

本研究では中心投影によって3次元空間から写された対称パターンを、画像中から見出す1つの方法について述べ、その効果について合成画像によって検証した。その結果、この方法は、ある種の斜め対称パターンはうまく抽出できないが、その他のものについては比較的有効であることが分かった。

#### 参考文献

- [1] T. Kanade, "Recovery of the Three-Dimensional Shape of an Object from a Single View", *Artificial Intelligence*, vol. 17, pp. 409-460 (1981).
- [2] 吳 元根, 浅田稔, 辻三郎, "図形中に存在する斜め対称軸の抽出", *電子情報通信学会論文誌*, Vol. j70-D No. 3, pp. 553-559 (1987).
- [3] J. Ponce, "On Characterizing Ribbon and Finding Skewed Symmetries", *Comput. Vision, Graphics, and Image Process.*, Vol. 52, pp. 328-340 (1990).
- [4] K. S. Yuen and W. W. Chan, "Two methods for detecting symmetries", *Pattern Recognition Letters*, vol. 15, pp. 279-286 (1994).